

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-68667

(P2010-68667A)

(43) 公開日 平成22年3月25日 (2010.3.25)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02N 2/00 (2006.01)	H02N 2/00	Z
H02N 11/00 (2006.01)	H02N 11/00	Z

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2008-234126 (P2008-234126)	(71) 出願人	000241463
(22) 出願日	平成20年9月12日 (2008.9.12)		豊田合成株式会社
			愛知県清須市春日長畑1番地
		(74) 代理人	100095577
			弁理士 小西 富雅
		(74) 代理人	100100424
			弁理士 中村 知公
		(74) 代理人	100114362
			弁理士 萩野 幹治
		(72) 発明者	竹内 宏充
			愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1
			番地 豊田合成株式会社内
		(72) 発明者	上野 幸久
			愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1
			番地 豊田合成株式会社内

最終頁に続く

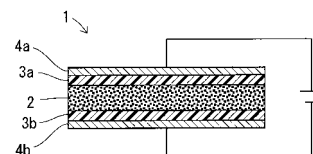
(54) 【発明の名称】 誘電アクチュエータ

(57) 【要約】

【目的】 印加電圧に対する変位量の大きな誘電アクチュエータを提供する。

【構成】 本発明の誘電アクチュエータ1は、弾性高誘電材料部2が弾性絶縁材料部3a、3bによって挟持されており、さらにその外側から電極4a、4bで挟持された構造となっている。弾性高誘電材料部2の基材はシリコンゴムからなり、導電性を付与するために、グラファイト粉が混合されている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対向する一対の電極に誘電弾性体を挟み、該一対の電極間に電圧を印加することにより前記誘電弾性体を変形させる誘電アクチュエータであって、

前記誘電弾性体は弾性高誘電材料部と弾性絶縁材料部とを備え、前記弾性高誘電材料部と前記一対の電極との間に前記弾性絶縁材料部が介在されている、ことを特徴とする、誘電アクチュエータ。

【請求項 2】

前記弾性高誘電材料部は導電性ゴム材料からなり、前記弾性絶縁材料部は第1のゴム材料からなる、ことを特徴とする請求項1に記載の誘電アクチュエータ。

10

【請求項 3】

前記導電性ゴム材料の基材と前記第1のゴム材料とは同一もしくは同種のゴム材料からなる、ことを特徴とする請求項2に記載の誘電アクチュエータ。

【請求項 4】

前記一対の電極は導電性ゴム材料からなり、その基材は前記第1のゴム材料と同一もしくは同種のゴム材料からなる、ことを特徴とする請求項3に記載の誘電アクチュエータ。

【請求項 5】

前記第1のゴム材料はシリコーンゴム、アクリルゴム、アクリル - シリコーン共重合体ゴム、ポリウレタンゴム、スチレンブタジエンゴム、クロロブレンゴム、クロロスルホン化ポリエチレン、ニトリルゴムから選ばれる1種又はこれら2種以上の混合したゴムからなり、前記導電性ゴム材料は該第1のゴム材料に導電性フィラーを分散したものである、ことを特徴とする請求項3に記載の誘電アクチュエータ。

20

【請求項 6】

前記第1のゴム材料はシリコーンゴムであり、前記導電性フィラーはカーボン粉である、ことを特徴とする請求項5に記載の誘電アクチュエータ。

【請求項 7】

前記弾性高誘電材料部と前記弾性絶縁材料部との界面は凹凸に形成されている、ことを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の誘電アクチュエータ。

【請求項 8】

前記弾性絶縁材料部と前記電極との界面が凹凸に形成されている、ことを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載の誘電アクチュエータ。

30

【請求項 9】

前記弾性高誘電体は前記弾性絶縁体と同一若しくは同種のゴム材料を基材として、該基材に導電性フィラーを分散させたものであり、該導電性フィラーの分散濃度は前記弾性絶縁体側で薄く、その中心側で濃くなる、ことを特徴とする請求項3に記載の誘電アクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は誘電アクチュエータに関する。

40

【背景技術】

【0002】

一対の電極間に弾性絶縁材料を介在させて、電極間へ高電圧を印加すると弾性絶縁材料が分極し、対向する電極表面の一方にプラス電荷が蓄積し、他方にマイナス電荷が蓄積する。この電荷の間に働くクーロン力により電極同士が引き合っ弾性絶縁材料が潰れ、電極の面方向に伸びるような変位と力が発生する。かかる現象を利用した誘電アクチュエータの例が特許文献1や特許文献2に記載されている。

【0003】

また、本発明に関連する発明として、特許文献3～5がある。

【特許文献1】特表2005-527178号公報 請求項47

50

【特許文献2】特開2006-82346号公報
【特許文献3】実開平03-028767
【特許文献4】特開平10-150234号公報
【特許文献5】特開2007-103722号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明者らは、かかる構成の誘電アクチュエータについて、その変位量及び力の向上を求めて鋭意検討をしてきた。電極表面の電荷の量は、弾性絶縁材料の誘電率が高くなればなるほど、また、電極間距離が小さくなればなるほど、大きくなり、このため、クーロン
10
引力が大きくなって誘電アクチュエータの変位量及び力も大きくなるのではないかと考えられる。かかる見地から、本発明者らは、まずは特許文献1に提案された技術（同文献段落番号0043～0045参照）と同様に、絶縁性及び誘電率に優れた弾性絶縁材料を用い、電極間の距離を小さくすることを検討した。

【0005】

他方、一般的に高誘電率の誘電弾性体は絶縁性が低いため、絶縁性を確保するためには弾性絶縁材料を肉厚にする必要が生じ、その結果電極間距離が大きくなるという二律背反に陥ってしまう。

また、かかる構成の誘電アクチュエータの弾性絶縁材料として現在の適用できる材料としては合成ゴムが考えられる。合成ゴムとして、たとえばシリコンゴム、アク
20
リルゴム、アクリル-シリコン共重合体ゴム、ポリウレタンゴム、スチレンブタジエンゴム、クロロプレンゴム、クロロスルホン化ポリエチレン、ニトリルゴムなどが挙げられる。しかしながら、かかるゴム材料自体として、高い誘電率を持つものは知られていない。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明者らは、絶縁性には劣るが高誘電率を有する弾性材料と、誘電率はさほど高くはないが絶縁性に優れた弾性材料とを多層状に重ねて用いるという、これまでにない斬新な方法によって、上記課題を解決することを考えた。すなわち、合成ゴムへカーボン等の導
30
電性フィラーを混合する等によって、絶縁性には劣るが高い誘電率を有する弾性高誘電材料が得られる。この弾性高誘電材料を導電性フィラーのっていない絶縁性に優れた弾性絶縁材料で挟む。こうして、弾性高誘電材料が弾性絶縁材料によって挟まれた誘電体を電極間へ挿入した場合、電極間距離が大きくなってクーロン力が減殺するにもかかわらず、印加電圧に対する変位量の増大現象が認められた（実施例の図4参照）。

【0007】

この発明の第1の局面はかかる材料の組み合わせを規定するものである。即ち、対向する一对の電極に誘電弾性体を挟み、該一对の電極間に電圧を印加することにより前記誘電弾性体を変形させる誘電アクチュエータであって、

前記誘電弾性体は弾性高誘電材料部と弾性絶縁材料部とを備え、前記弾性高誘電材料部と前記一对の電極との間に前記弾性絶縁材料部が介在されている、ことを特徴と
40
する、誘電アクチュエータ。

【0008】

このように規定される第1の局面の誘電アクチュエータによれば、印加電圧に対する変位量が大きくなるとともに、高誘電材料部の材料を選択することにより、誘電アクチュエータの変位量を調整・制御することが可能となる。

【0009】

この発明の第2の局面は次のように規定される。即ち、第1の局面で規定される誘電アクチュエータにおいて、前記弾性高誘電材料部は導電性ゴム材料からなり、前記弾性絶縁材料部は第1の合成ゴム材料からなる、ことを特徴とする。

導電性ゴム材料は絶縁性には劣るものの、大きな誘電率となる。また、合成ゴム材料は

10

20

30

40

50

絶縁性において極めて優れている。このため、これらを組み合わせることによって、印加電圧に対する変位量を大きくすることができる。

【 0 0 1 0 】

また、この発明の第 3 の局面は次のように規定される。即ち、

第 2 の局面で規定される誘電アクチュエータにおいて、前記導電性ゴム材料の基材と前記第 1 の合成ゴム材料とは同一もしくは同種のゴム材料からなる、ことを特徴とする。ここで、同種のゴム材料とは、合成ゴムを構成する構成単位分子が同じで分子量が異なっている場合や、合成ゴムの種類（例えばジエン系合成ゴム、シリコン系合成ゴム、フッ素系合成ゴム、アクリル系合成ゴム、EPDM系合成ゴム、これらの合成ゴムの各種共重合体等の種類）が同種である場合等をいう。

10

弾性高誘電材料部の導電性ゴム材料の基材と弾性絶縁材料部の材料たる第 1 の合成ゴム材料を同一若しくは同種とすることにより、弾性高誘電材料部と弾性絶縁材料部との間に高い接合力が確保でき、誘電アクチュエータの誘電弾性体としてその機械的安定性が向上する。

【 0 0 1 1 】

また、この発明の第 4 の局面は次のように規定される。即ち、

第 3 の局面で規定される誘電アクチュエータにおいて、前記一对の電極は導電性ゴム材料からなり、その基材は前記第 1 の合成ゴム材料と同一もしくは同種のゴム材料からなる、ことを特徴とする。

このような導電性ゴム材料からなる電極を用いることにより、電極に対して導電性のみならず、可撓性も付与される。このため、誘電弾性体が印加電圧の付与によって変形しても、その変形に電極が追従して変形する。また、その基材を第 1 の合成ゴムと同一若しくは同種とすることにより、電極と弾性絶縁材部との間に高い接合力が確保できる。その結果、誘電アクチュエータとしてその機械的安定性が向上する。

20

【 0 0 1 2 】

この発明の第 5 の局面は次のように規定される。即ち、

第 3 の局面で規定される誘電アクチュエータにおいて、ゴム材料はシリコーンゴム、アクリルゴム、アクリル-シリコーン共重合体ゴム、ポリウレタンゴム、スチレンブタジエンゴム、クロロプレンゴム、クロロスルホン化ポリエチレン、ニトリルゴムから選ばれる 1 種又はこれら 2 種以上の混合したゴムからなり、

30

前記導電性ゴム材料は該第 1 のゴム材料に導電性ファイラーを分散したものである、ことを特徴とする。

これらのゴム材料は、絶縁性及び耐久性に優れており、誘電弾性体として適している。これらの中でも、シリコーンゴムは耐候性、耐熱性、耐薬品性において得に優れており好適に用いることができる。

【 0 0 1 3 】

また、この発明の第 6 の局面は次のように規定される。即ち、

第 3 の局面で規定される誘電アクチュエータにおいて、前記第 1 の合成ゴム材料はシリコーンゴムであり、前記導電性ファイラーはカーボン粉である、ことを特徴とする。

本発明者らは、合成ゴム材料としてシリコーンゴムとし、導電性ファイラーとしてカーボン粉を用いることにより、印加電圧に対する変位量の大きな誘電アクチュエータを実現できることを確かめている。

40

【 0 0 1 4 】

さらに、この発明の第 7 の局面は次のように規定される。即ち、

第 1 ～ 6 の局面のいずれかで規定される誘電アクチュエータにおいて、前記弾性高誘電材料部と前記弾性絶縁材料部との界面は凹凸に形成されている、ことを特徴とする。

弾性高誘電材料部と弾性絶縁材料部との界面に凹凸に形成されていれば、弾性高誘電材料部と弾性絶縁材料部との接合強度が増して剥離がし難くなり、ひいては誘電アクチュエータの機械的安定性が向上することとなる。

【 0 0 1 5 】

50

また、この発明の第 8 の局面は次のように規定される。即ち、

第 1 ～ 7 の局面のいずれかで規定される誘電アクチュエータにおいて、前記弾性絶縁材料部と前記電極との界面が凹凸に形成されている、ことを特徴とする。

弾性絶縁材料部と電極との界面が凹凸に形成されていれば、弾性絶縁材料部と電極との接合強度が増して剥離がし難くなり、ひいては誘電アクチュエータの機械的安定性が向上することとなる。

【 0 0 1 6 】

さらに、この発明の第 9 の局面は次のように規定される。即ち、

第 1 ～ 8 の局面のいずれかで規定される誘電アクチュエータにおいて、前記弾性高誘電体は前記弾性絶縁体と同一若しくは同種のゴム材料を基材として、該基材に導電性ファイラ

10

ーを分散させたものであり、該導電性ファイラの分散濃度は前記弾性絶縁体側で薄く、その中心側で濃くなる、ことを特徴とする。

こうであれば、弾性高誘電材料部と弾性絶縁材料部との間での材質変化が小さくなるので、両者間の接合強度が向上し、ひいては誘電アクチュエータの機能的安定性が向上する。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 7 】

以下、本発明を具体化した実施形態を図面を参照しつつ説明する。

(実施形態 1)

図 1 は、実施形態 1 にかかる誘電アクチュエータ 1 を示す断面図である。この誘電アクチュエータ 1 は、弾性高誘電材料部 2 が弾性絶縁材料部 3 a、3 b によって挟持されており、さらにその外側から電極 4 a、4 b で挟持された構造となっている。

20

【 0 0 1 8 】

弾性高誘電材料部 2 の基材はシリコンゴム、アクリルゴム、アクリル - シリコン共重合体ゴム、ポリウレタンゴム、スチレンブタジエンゴム、クロロブレンゴム、クロロスルホン化ポリエチレン、ニトリルゴムから選ばれる 1 種又は 2 種以上の合成ゴムからなり、グラファイト粉等のカーボン粉や、金属粉等の導電性粉体が混合されている。導電性粉体の混合割合としては、誘電率や導電性や機械的特性等のバランスを勘案して適宜決定すればよいが、通常 1 ～ 20 重量%であり、好ましくは 3 ～ 10 重量%である。導電性粉体が 20 重量%を超えると誘電率は高くなるものの、弾性体としての柔軟性が減り、脆くな

30

【 0 0 1 9 】

また、弾性絶縁材料部 3 a、3 b にも、シリコンゴム、アクリルゴム、アクリル - シリコン共重合体ゴム、ポリウレタンゴム、スチレンブタジエンゴム、クロロブレンゴム、クロロスルホン化ポリエチレン、ニトリルゴムから選ばれる 1 種又は 2 種以上の合成ゴムを用いることができるが、導電性粉体は混合されていない。弾性絶縁材料部 3 a、3 b の材質を異なるものを用いることもできる。

40

【 0 0 2 0 】

さらに、電極 4 a、4 b は、Pt、Ir、Ru、Cu、Al、Au、Ag などの金属や、ポリエチレンジオキサンチオフェンやポリアニリンなどの導電性ポリマーを用いることができる。さらには、銀粉やカーボン粉などの導電性粉体を樹脂や有機溶媒に分散させた、導電性ペーストを弾性絶縁材料部 3 a、3 b に塗布して乾燥させることによって形成しても良い。また、電極 4 a、4 b に導電性ゴム材料を用いてもよく、それらの基材は電極ごとに異なってもよく、同一のものでも良い。電極 4 a、4 b に導電性ゴム材料を用いることも好ましい。こうであれば、弾性高誘電材料部 2 や弾性絶縁材料部 3 a、3 b が撓むと同時に、電極 4 a、4 b が無理なく追従して撓むことができるため、耐久性が高く

50

なる。

【0021】

なお、弾性高誘電材料部2と弾性絶縁材料部3a、3bとの界面が凹凸になるように、弾性高誘電材料部3a、3b又は弾性絶縁材料部2の表面を荒らして凹凸を形成しておき、そこへ弾性絶縁材料部2又は弾性高誘電材料部3a、3bを形成するためのモノマーをキャストしたりしてもよい。また、弾性高誘電材料部2や弾性絶縁材料部3a、3bの表面に凹凸を設けておいて、接着剤等で張り合わせてもよい。こうであれば、接着面積の増大により、接着力が増大し、弾性高誘電材料部3a、3bと弾性絶縁材料部2とが剥がれにくくなり、耐久性を向上させることができる。

【0022】

また、同様に弾性絶縁材料部3a、3bと電極4a、4bとの界面が凹凸になるように、弾性絶縁材料部3a、3bや電極4a、4bの表面に凹凸を設けておき、接着剤等で張り合わせたり、弾性絶縁材料部3a、3bを形成するためのモノマーをキャストしたりしても良い。こうであれば、接着面積の増大により、接着力が増大し、弾性絶縁材料部3a、3bと電極4a、4bとが剥がれにくくなり、耐久性が増す。

【0023】

以上のように構成された実施形態1の誘電アクチュエータ1では、弾性絶縁材部3a、3bと弾性高誘電材部2の組み合わせにより、印加電圧に対する変位量が増大する。また、高誘電材料部2の材料を選択することにより、誘電アクチュエータ1の変位量を調整・制御することが可能となる。

【0024】

(実施形態2)

図2は、実施形態2にかかる誘電アクチュエータ11を示す断面図である。この誘電アクチュエータ11は、ゴム材料に導電性粉体が混合されている弾性高誘電材料部20が多層構造とされており、その中心の層をなす中央弾性高誘電材料部12が第1高誘電材料部13a、13bによって挟持され、さらに外側から第2高誘電材料部14a、14bによって挟持されて弾性高誘電材料部20を構成している。導電性粉体の混合割合は中央弾性高誘電材料部12>第1高誘電材料部13a、13b>第2高誘電材料部14a、14bとされている。その他の構成は、図1に示す実施形態1の誘電アクチュエータと同様であり、同一の構成については同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

【0025】

実施形態2の誘電アクチュエータ11では、弾性高誘電材料部20の導電性粉体の混合割合が中央弾性高誘電材料部12で濃く、第1高誘電材料部13a、13bから第2高誘電材料部14a、14bへと外側へ行くほど薄くされているため、第2項誘電材料部14a、14bと弾性絶縁材料部3a、3bとの間でより高い接合強度を確保できる。両者の間の材料の変化が小さくなるからである。

【実施例】

【0026】

(実施例1)

実施例1では、図1における弾性高誘電材料部2及び弾性絶縁材料部3a、3bの基材を同種のシリコンゴム(誘電率 $\epsilon = 2$)とし、弾性高誘電材料部2にはグラファイト粉末が5重量%添加されたシリコンゴムを用いた。このグラファイト粉末が添加されたシリコンゴムの誘電率は $\epsilon = 200$ となり、シリコンゴム単独の場合に比べて、約100倍の誘電率となった。また、弾性高誘電材料部2の厚さは200 μm 、大きさは30mm $\times$ 30mmとした。さらに、厚さ50 μm の同種シリコンゴム板材を弾性高誘電材料部2と同じ大きさに切り出して、弾性絶縁材料部3a、3bとした。そして、弾性絶縁材料部3a、3bの外側面全体に銀ペーストを塗布して乾燥し、これを電極4a、4bとし、弾性高誘電材料部2の両側から弾性絶縁材料部3a、3bを図示しない治具で挟持させて実施例1の誘電アクチュエータとした。

【0027】

(比較例 1)

比較例 1 では、図 3 に示すように、アクリロニトリル - ブタジエンゴム (N B R) からなる誘電材料部 1 5 が電極 1 5 a、1 6 b で挟持された構造とされている。誘電材料部 1 5 の厚さは 2 2 0 μ m とした。アクリロニトリル - ブタジエンゴムの誘電率 ϵ は 1 7 であった。

【 0 0 2 8 】

< 評 価 >

上記実施例 1 及び比較例 1 の誘電アクチュエータの電極に 2 0 0 0 V 電圧を印加して、そのときの厚さ方向の変位量をレーザ変位計で測定した。その結果、実施例 1 の誘電アクチュエータでは、図 4 に示すように、膜厚方向の歪み量が - 0 . 0 0 0 3 m m の収縮となったのに対し、比較例 1 では、図 5 に示すように、- 0 . 0 0 0 0 5 m m の収縮となり、実施例 1 が比較例 1 に対して 6 倍の変位を示した。

10

【 0 0 2 9 】

この発明は上記発明の実施形態に何ら限定されるものではない。特許請求の範囲を逸脱せず、当業者が容易に想到できる範囲で種々の変形態様もこの発明に含まれる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 0 】

【 図 1 】 実施形態 1 に係る誘電アクチュエータの模式断面図である。

【 図 2 】 実施形態 2 に係る誘電アクチュエータの模式断面図である。

【 図 3 】 比較例 1 に係る誘電アクチュエータの模式断面図である。

20

【 図 4 】 実施例 1 に係る誘電アクチュエータに 2 0 0 V の電圧を印加した場合の時間と厚さ方向の変位量との関係を示すグラフである。

【 図 5 】 比較例 1 に係る誘電アクチュエータに 2 0 0 V の電圧を印加した場合の時間と厚さ方向の変位量との関係を示すグラフである。

【 符号の説明 】

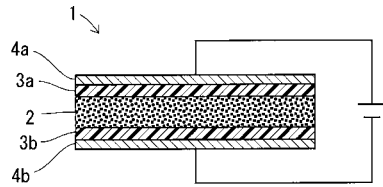
【 0 0 3 1 】

4 a、4 b ... 電極

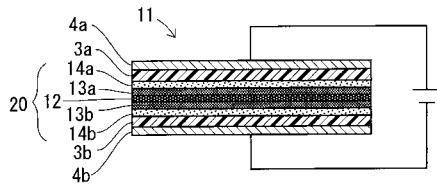
2、3 a、3 b、2 0、1 2、1 3 a、1 3 b、1 4 a、1 4 b、3 a、3 b ... 誘電弾性体 (2、1 2、1 3 a、1 3 b、1 4 a、1 4 b ... 弾性高誘電材料部、3 a、3 b ... 弾性絶縁材料部)

30

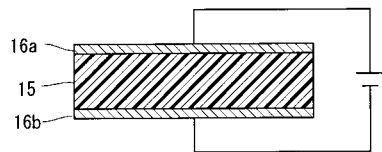
【図 1】



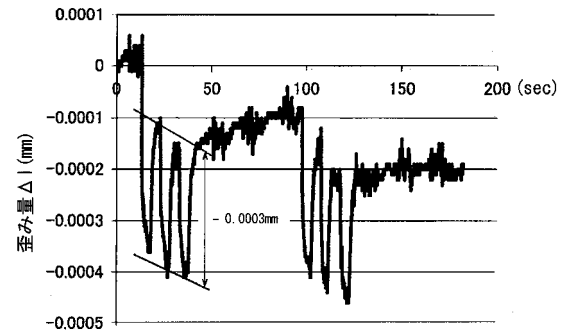
【図 2】



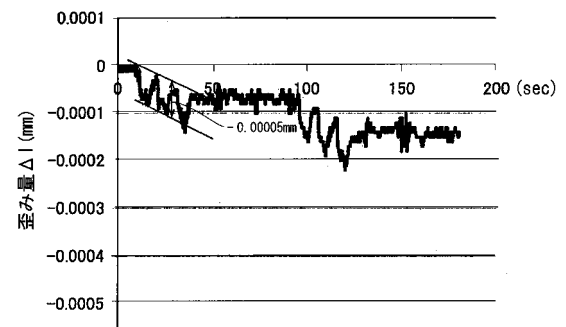
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 栗山 直人

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1 番地 豊田合成株式会社内